

УДК 621.79

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО МЕТОДА НАНЕСЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ

**Кудрявцева М.В.**  
**Научный руководитель – Спектор Ю.Е.**

*Сибирский федеральный университет*

Возникновение технологии порошковой окраски - результат длительного развития и эволюции методов, связанных с нанесением жидких лакокрасочных материалов. Его становлению способствовали все возрастающие требования по охране окружающей среды, экономические соображения, стремление к повышению качества покрытий. В наиболее рациональном виде новый процесс получения покрытий оформился в 60-е годы XX века, когда появились первые термореактивные порошковые краски и был разработан способ их электростатического нанесения. С 60-х годов началось стремительное развитие порошковых красок - исходных материалов для получения и технологии их нанесения.

В Советском Союзе порошковое окрашивание получило распространение в начале 80-х годов прошлого столетия. В те времена собственной “порошковой” линией обладали лишь предприятия-гиганты. В СССР такое оборудование почти не производилось, импортное стоило дорого. Да и сама технология (по крайней мере, тот ее вариант, который был доступен советским предприятиям) была достаточно дорогой, энерго- и трудоемкий.

Сегодня способы порошковой окраски усовершенствованы, разработка новых технологий в области порошковой окраски способствует применению во все больших областях. По словам специалистов, нанесение порошковой краски по нынешней технологии обходится в 5-10 раз дешевле, чем раньше. Появление порошковых красок кардинально изменило стандартное представление о лакокрасочных материалах: на рынке появился продукт, не обладающий резким запахом, высокой токсичностью и пожароопасностью. А ко всему прочему не в жидком виде, а в виде порошка. За рубежом уже 60-70% изделий покрывают порошковыми красками. Рост производства порошковых красок в мире в последнее время составляет 10–15% в год, в то время как для жидких лакокрасочных материалов - не превышает 3–5%.

Очевидные преимущества порошковых красок перед жидкими красками позволили технологии порошкового окрашивания получить широкое распространение в промышленности, а порошковым краскам завоевать место на рынке лакокрасочных материалов. Наиболее крупными предприятиями-потребителями порошковой краски являются предприятия автомобилестроения, производители металлопроката, различных металлоизделий, товаров народного потребления, архитектурно-строительных конструкций и сооружений.

Преимущества порошковой окраски заключаются, прежде всего, в прочности, экономичности и экологичности покрытия.

В данной технологии не используются огнеопасные и токсичные жидкие растворители, поэтому она практически безопасна. Отсутствие растворителей обеспечивает дополнительную экономию на стоимости краски. Кроме того, выбор цветов и текстуры практически не ограничен. Данный метод окраски позволяет выбирать любые оттенки и фактуры. Используя метод порошковой покраски, можно получать поверхности с различной степенью глянца, а также с рельефной фактурой.

Порошковые краски поставляются в готовом виде, что исключает такие дорогостоящие процедуры как контроль вязкости и колеровка. Порошковая покраска обеспечивает образование ударопрочного антикоррозийного покрытия, которое работает в температурном диапазоне от  $-60$  до  $+150$  °C и обеспечивает надежную электроизоляцию. Резкие смены температуры не влияют на качество краски.

Экономические преимущества порошковой краски: экономна за счет низкого процента отходов; практически 100% краски переносится на рабочую поверхность; при избыточном количестве краски, которая не оседает на окрашиваемой поверхности в процессе распыления, ее можно использовать повторно; технология высоко автоматизирована; минимальные потери материала при окраске; вследствие отсутствия растворителей не требуется ни времени на его испарение, ни затрат на удаление паров.

Экологические преимущества порошковой краски: не содержит вредных органических соединений; технология является экологически чистой; сниженная опасность возгорания;

минимальное выделение химического запаха; технология способствует улучшению санитарно-гигиенических условий труда; концентрация летучих веществ, выделяющихся в процессе полимеризации, никогда не достигает предельно допустимой нормы.

Основным способом нанесения порошковых покрытий является электростатический метод. Можно выделить несколько его достоинств по сравнению с другими методами нанесения покрытий:

- Высокая производительность, низкие операционные издержки;
- Возможность окраски деталей сложной конфигурации;
- Контролируемая толщина покрытий (абсолютно равномерная по всей поверхности).
- Получение пленки толщиной от 35 до 250 мкм за один цикл нанесения;
- Простота и низкие затраты на нанесение в автоматическом режиме;
- Экономия краски по сравнению с традиционным окрашиванием. Возможность быстрой смены цвета;
- Не требуется предварительное нагревание деталей. Покрытие может наноситься на холодную поверхность.

Также в данной технологии не используются огнеопасные и токсичные жидкие растворители, поэтому данная технология практически безопасна.

Современное производство изделий из металла на сегодняшний день оснащено всеми необходимыми видами оборудования, позволяющего осуществлять порошковую окраску. В зависимости от того, какие именно требования предъявляются к внешним характеристикам той поверхности, что подвергается обработке, специалисты выбирают определенный метод порошковой окраски изделий из металла.

• I способ нанесения краски представляет собой электростатическое напыление. Данный метод обработки металлических поверхностей считается наиболее популярным. В процессе электростатического распыления сухие порошковые частицы приобретают электрический заряд, в то время как окрашиваемая поверхность электрически нейтральна. Заряженный порошок и нейтральная рабочая область создают электростатическое поле, которое притягивает сухие частицы краски к поверхности. Попадая на окрашиваемую поверхность, порошковое покрытие сохраняет свой заряд, который удерживает порошок на поверхности. Окрашенная таким образом поверхность помещается в специальную печь, где частицы краски тают и впитываются поверхностью, постепенно теряя свой заряд.

• II способ порошковой окраски напоминает описанное в первом способе электростатическое напыление. Но в данном случае происходит не просто распыление

частиц частицы на поверхности изделий, они направляются небольшим потоком воздуха, который подается под определенным давлением. Для того, чтобы адгезия металла и краски проходила лучше, следует предварительно разогреть обрабатываемую поверхность конструкции. Лишь после этого можно наносить красящий состав. Таким образом, именно нагревание позволяет гораздо лучше закрепить на поверхности краску, обеспечивая долгий срок службы нанесенного покрытия.

- III способ – это такой способ электростатического напыления, в котором используется открытое пламя. Можно сказать, что он объединяет в себе некоторые черты и первого, и второго способов. В этом методе частицы удерживаются с помощью потока воздуха, который является электрически заряженным. Что касается потока красящего состава, следует отметить, что он формируется исключительно в условиях высоких температур (в горячо разогретой печи). Когда перед процессом покраски были произведены необходимые пескоструйные работы, добиться действительно идеально качественного покрытия будет не сложно. К тому же оно будет отличаться надежностью, долговечностью и, конечно же, эстетичностью. Как показывает практика, порошковое окрашивание, в котором применяется открытое пламя, лучше использовать в том случае, когда нужно окрасить небольшие металлоконструкции и даже изделия из термопластика.

Если сравнивать электростатические краскораспылители с традиционными, то общими чертами можно считать принцип работы материалов - и воздухопроводящих каналов, а главными отличиями - наличие электрода, заряжающего порошковый материал, и высоковольтной системы, обеспечивающей наличие электрического потенциала на этом электроде. В дополнение к описанным выше принципиальным отличиям в конструкции краскораспылителей следует также отметить, что корпус традиционных краскораспылителей, как правило, изготавливается из стали или алюминия, в то время как в случае электростатических краскораспылителей корпус обычно выполняется из комбинации изолирующих и токопроводящих пластиков, для того чтобы максимально защитить от поражения электрическим током.

Существует два типа пистолетов-распылителей - с использованием коронного разряда и трибостатический. В пистолете с коронным разрядом используется подача напряжения для зарядки частиц порошка, в то время как в трибопистолете используется трение, которое создается внутри ствола пистолета. При использовании коронного разряда частицы получают отрицательный заряд. Из-за этого возникают электрические поля, что приводит к созданию неравномерных покрытий. Трибопистолет дает частицам положительный заряд. В результате не образуется неравномерного покрытия, что делает этот метод оптимальным для применения.

На различных стадиях развития порошковой технологии, то один, то другой метод находил большую популярность в разных регионах мира. Споры о том, какой метод лучше, продолжаются и сегодня. За последние 5-7 лет развития индустрии нанесения порошковых покрытий, можно сказать, что коронные системы зарядки доминируют на рынке по числу используемых в мире распылителей.

Основными причинами для этого являются: низкая чувствительность к влажности окружающего и сжатого воздуха; возможность быстрой смены цвета; разработка новых методов контроля процесса, которые минимизируют традиционные недостатки систем коронного разряда. Несмотря на это трибостатический метод зарядки обладает некоторыми преимуществами – низкой стоимостью, легкостью дизайна и производства элементарных трибораспылителей.

Разработано много типов электростатического окрасочного оборудования. Известны три направления, по которым развивается способ электростатического напыления:

1.воздействия на материал потока сжатого воздуха (пневматическое электростатическое распыление);

2.прохождения материала под высоким давлением через щелевидное сопло (безвоздушное и комбинированное электростатическое распыление);

3.распыления материала под воздействием центробежных сил (электростатическое распыление чашечными дисковыми распылителями).

Таблица 1 – Классификация электростатических краскораспылителей

<i>Ручные краскораспылители</i>	<i>Автоматические краскораспылители</i>
Пневматические	Пневматические
Комбинированные и безвоздушные	Комбинированные и безвоздушные
Чашечные низкооборотные	Дисковые высокооборотные

Первичное распыление порошковых материалов при использовании пневматических, комбинированных и безвоздушных электростатических краскораспылителей происходит точно так же как и в соответствующих традиционных краскораспылителях, поэтому у них общие области применения, а наличие электростатического поля позволяет повысить коэффициент переноса материала до 70—90 %.

Иначе происходит процесс нанесения порошковых материалов с помощью дисковых автоматических краскораспылителей: предполагается формирование многочисленных микроструек порошкового материала на внешней кромке вращающегося с большой угловой скоростью распылительного элемента, имеющего форму колокола. Частота вращения колокола может достигать 70.000 об/мин, это позволяет достичь прекрасной однородной атомизации нанесенного материала; окрасочный факел остается очень «мягким», и его формой легко управлять, используя относительно спокойные потоки воздуха, формируемые соплами, расположенными вокруг чашки.

На этом же принципе основана работа ручного электростатического пистолета. На вращающийся диск поступает материал, и благодаря центробежной силе, стекает на край диска и разбрызгивается очень мелкой каплей. Непосредственно на диске происходит заряд краски через скользящий контакт. Окрасочный факел формируется под действием электромагнитных сил, и краска притягивается к заземлённому металлическому изделию, обеспечивая равномерный слой и высокое качество окраски.

В настоящее время самое широкое применение нашли именно автоматические электростатические краскораспылители с чашечной (центробежной) системой распыления.

Технологии нанесения покрытий в электростатическом поле совершенствуются на протяжении более полувека, и на сегодня электростатическая окраска — это самый экономичный из методов распыления, обеспечивающий получение высококачественного покрытия при максимальном переносе материала на окрашиваемое изделие и значительном снижении затрат на переработку отходов материала покрытия. В зависимости от типа применяемого окрасочного оборудования данный метод окраски может использоваться как в условиях массового и серийного производства, так и при мелкосерийном и единичном производстве изделий.